 In: Zeit Wissen Nr. 2/2012

Herr über die Erinnerung

Joseph LeDoux erforscht die BIOLOGIE DER ANGST. Er untersucht, wie sich furchtbare Ereignisse in das Gedächtnis einbrennen – und geht dabei einer heiklen Frage nach: Kann man *traumatische Erinnerungen wieder löschen?*

Was Fremde ihm alles anvertrauen, verblüfft Joseph LeDoux immer wieder. Einmal schrieb ihm ein Mann in einer E-Mail, er wünsche sich, nie mehr an seine Exfrau denken zu müssen. Andere Männer schildern furchtbare Kriegserlebnisse, Frauen schreiben von Vergewaltigungen. Sogar auf Partys schütten ihm fremde Menschen ihr Herz aus.

Seltsam, LeDoux selbst wirkt eher verschlossen, als er an diesem Nachmittag in seinem Büro in Manhattan sitzt und von den Menschen erzählt, die seine Hilfe suchen. Er spricht leise, mit fast unbewegtem Gesicht, vermeidet Blickkontakt. »Es ist traurig, all diese Geschichten zu hören«, sagt er. Doch das wird so bald nicht aufhören. LeDoux ist etwas auf der Spur, das sich viele Traumatisierte sehr wünschen. Er erforscht, ob man Erinnerungen löschen kann.

Es ist eine ungeheuerliche Vorstellung: Lassen sich Gedanken an schmerzhafte Erlebnisse manipulieren oder gar ausradieren wie in dem Hollywood-Film *Vergiss mein nicht!* mit Jim Carrey und Kate Winslet? Und wenn ja, darf man das?

Joseph LeDoux ist kein Spinner, kein gewissenloser Experimentator. Der Psychologe von der New York University gilt als einer der Begründer der biologischen Emotionsforschung. Seit mehr als 25 Jahren erkundet er die neuronalen Grundlagen eines der mächtigsten Gefühle – der Angst. Er untersucht, wie das Gehirn auf Gefahr reagiert und negative Erlebnisse sich ins Gedächtnis einbrennen. Als »Doyen der Furchtkonditionierung« bezeichnet ihn der Neurobiologe Carsten Wotjak vom Max-Planck-Institut (MPI) für Psychiatrie. Der *Spiegel* schrieb, Kollegen erstarrten oft in Ehrfurcht, wenn sein Name falle.

Seine Erkenntnisse gewinnt LeDoux vor allem aus Versuchen mit Ratten. Diese hat er darauf konditioniert, vor einem bestimmten Geräusch Angst zu haben. Wenn es ertönte, versetzte er ihnen regelmäßig Elektroschocks. Für das Verständnis menschlicher Emotionen und die Entwicklung von Therapien gegen Angststörungen sind solche Versuche bedeutsam. Denn Ratten und Menschen haben ein kleines Hirnareal gemein, das einen harmlosen Namen trägt, aber eine unangenehme Wirkung hat: den Mandelkern. Diese Region, auch Amygdala genannt, gibt es in jeder Hirnhälfte einmal. Bei Gefahr setzt sie Prozesse in Gang, die uns erstarren lassen, Puls und Blutdruck in die Höhe treiben. Und sie sorgt dafür, dass wir brenzlige Situationen nicht so schnell vergessen.

Dank LeDoux' Forschung weiß man heute, dass die Mandelkerne für die Entstehung des Furchtgedächtnisses essenziell sind. Je stärker sie aktiviert werden, desto lebendiger ist die Erinnerung an ein unangenehmes Erlebnis. Wie schnell sie auf mögliche Gefahren ansprechen, zeigte LeDoux mit einer aufsehenerregenden Studie: Er fand heraus, dass die Mandelkerne auf ein gelerntes Warnsignal – etwa das von ihm eingesetzte Geräusch – reagieren, noch bevor dieses Signal in der Hirnrinde vollständig verarbeitet ist und ins Bewusstsein dringt. Der Reiz nimmt eine Abkürzung vom Thalamus direkt zur Amygdala – *»quick and dirty«*, sagt LeDoux. Mit anderen Worten: Wir bekommen Angst, noch bevor wir überhaupt begreifen, was passiert. Psychiater waren angetan von dieser Entdeckung, erschien sie doch als Beleg für die Macht des Unbewussten.

LeDoux spricht von emotionalen oder impliziten Erinnerungen. Während vor allem der Hippocampus bewusste, explizite Erinnerungen, etwa an Fakten oder persönliche Erfahrungen, im sogenannten deklarativen Gedächtnis speichert, legt die Amygdala emotionale Erinnerungen an, die uns unbewusst einholen können. Manchmal überdauern sie sogar die Informationen im deklarativen Gedächtnis oder entkoppeln sich davon: Wer während eines Verkehrsunfalls lautes Gehupe gehört hat, wird später möglicherweise bei Huptönen nervös, ohne zu wissen, warum.

Wer bei einem Unfall ein Hupen gehört hat, wird später vielleicht durch Huptöne nervös, ohne zu wissen, warum. Der Reiz nimmt eine Abkürzung im Gehirn.

Ein Experte für Gehirne *war Joseph LeDoux schon als Kind: Im Schlachtbetrieb seines Vaters musste er Kugeln aus den Hirnen von Rindern pulen, die mit einem Kopfschuss getötet worden waren.*

Jedes Mal, wenn eine Erinnerung abgerufen wird, muss sie neu gespeichert werden. Ein Zeitfenster öffnet sich, in dem man sie verändern kann.

Ein Experte für Gehirne war Joseph LeDoux schon als Kind. Sein Vater, ein ehemaliger Rodeoreiter, besaß eine Farm für Schlachtvieh in der Prärie Louisianas. Der kleine Joe war oft dabei, wenn die Rinder mit einem Kopfschuss getötet wurden: Er musste danach die Kugeln aus den Hirnen pulen, weil sein Vater die Gehirne als Delikatesse verkaufen wollte, erzählt er. »Ich hatte kleine Finger, sodass ich sie hineinstecken konnte, ohne viel Gewebe zu zerstören.« So bekam er schon mit sechs Jahren ein gutes Händchen für die Materie seiner späteren Forschung.

Obwohl LeDoux heute gelegentlich Flanellhemden und verschnörkelte Ledergürtel trägt, ist er kein harter Cowboytyp wie sein Vater. Nicht vergessen kann er den Anblick der Rinder, die vor seinen Augen starben. »Jedes Mal, wenn ich ein Rind zu Boden gehen sah, stellte ich mir vor, wie seine Seele den Körper verließ«, erzählt LeDoux, der auf eine katholische Schule ging und von Nonnen unterrichtet wurde. »Ich war ein Muttersöhnchen«, sagt er. Während der Vater in jeder freien Minute auf der Ranch Pferde zuritt, leistete Joe seiner Mutter Gesellschaft. Er erinnert sich an ein Lied, das sie zu Hause oft sang: *Have I told you lately that I love you.* Es ist nicht verwunderlich, dass er später lieber Gefühle studieren wollte, als ins Fleischgeschäft einzusteigen.

Als er erkannt hatte, welche Rolle der Mandelkern für das Furchtgedächtnis spielt, wollte er genau wissen, welche Nervenverbindungen und Moleküle bewirken, dass Erinnerungen entstehen und bleiben. Er fand heraus, dass sich in einem bestimmten Teil stärkere Verbindungen zwischen Nervenzellen bildeten, wenn die Ratten lernten, sich vor etwas zu fürchten. »Unser heutiges Hypothesengebäude über die zellulären Vorgänge, die der Entstehung des Furchtgedächtnisses zugrunde liegen, basiert auf diesen Arbeiten«, sagt Carsten Wotjak, der am MPI für Psychiatrie die Arbeitsgruppe Neuronale Plastizität leitet.

LeDoux untersuchte auch einen Prozess, den man Konsolidierung nennt: Damit eine Erinnerung vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis übergehen kann, müssen im Gehirn Eiweiße produziert werden. Vor einigen Jahren gelang seinem Team ein bemerkenswerter Nachweis: Blockiert man mit einem Hemmstoff die Eiweißherstellung in der Amygdala, wird auch die Übertragung in den Langzeitspeicher blockiert – die Erinnerung geht verloren.

Sein damaliger Mitarbeiter Karim Nader kam auf eine abenteuerliche Idee: Könnte man diesen Prozess nicht auch nutzen, um bereits abgespeicherte Langzeiterinnerungen wieder verschwinden zu lassen? »Das ist verrückt! Verschwende nicht deine Zeit!«, habe er geantwortet, gesteht LeDoux. Trotzdem ließ er Nader den Versuch machen – mit Erfolg.

Die Forscher injizierten einen Hemmstoff in die Mandelkerne konditionierter Ratten, kurz nachdem der Signalton die Tiere an den Elektroschock erinnert hatte. Die Injektion verhinderte die Proteinsynthese und störte somit das erneute Abspeichern der Erinnerung. »Danach schienen die Ratten sich nicht mehr an den Stromschlag zu erinnern«, sagt LeDoux. Zumindest ängstigte sie der Ton nicht mehr.

Rekonsolidierung heißt der Prozess, den er und seine Mitarbeiter sich zunutze machten und seither in mehreren Studien untersucht haben. Im Gegensatz zur traditionellen Sicht, nach der sich Erinnerungen nur ein einziges Mal festigen, gehen LeDoux und andere Gedächtnisforscher davon aus, dass eine Erinnerung jedes Mal, wenn sie abgerufen wird, erneut abgespeichert wird. Und immer müssen dafür Eiweiße produziert werden. Die Erinnerung wird vorübergehend instabil. Ein Zeitfenster öffnet sich, in dem sie verändert und eine neue Version abgelegt werden kann. Das sei ein Update-Prozess, erklärt LeDoux. Der Vorgang ermögliche es, Erinnerungen an Personen oder Situationen zu aktualisieren, sobald wir Neues über sie erfahren. Im Extremfall könne er dazu führen, dass Leute sich an etwas erinnern, das sie gar nicht selbst erlebt haben. Zeugen in einem Gerichtsprozess etwa passen womöglich ihre Aussage an, wenn sie in der Zeitung über den Fall gelesen haben.

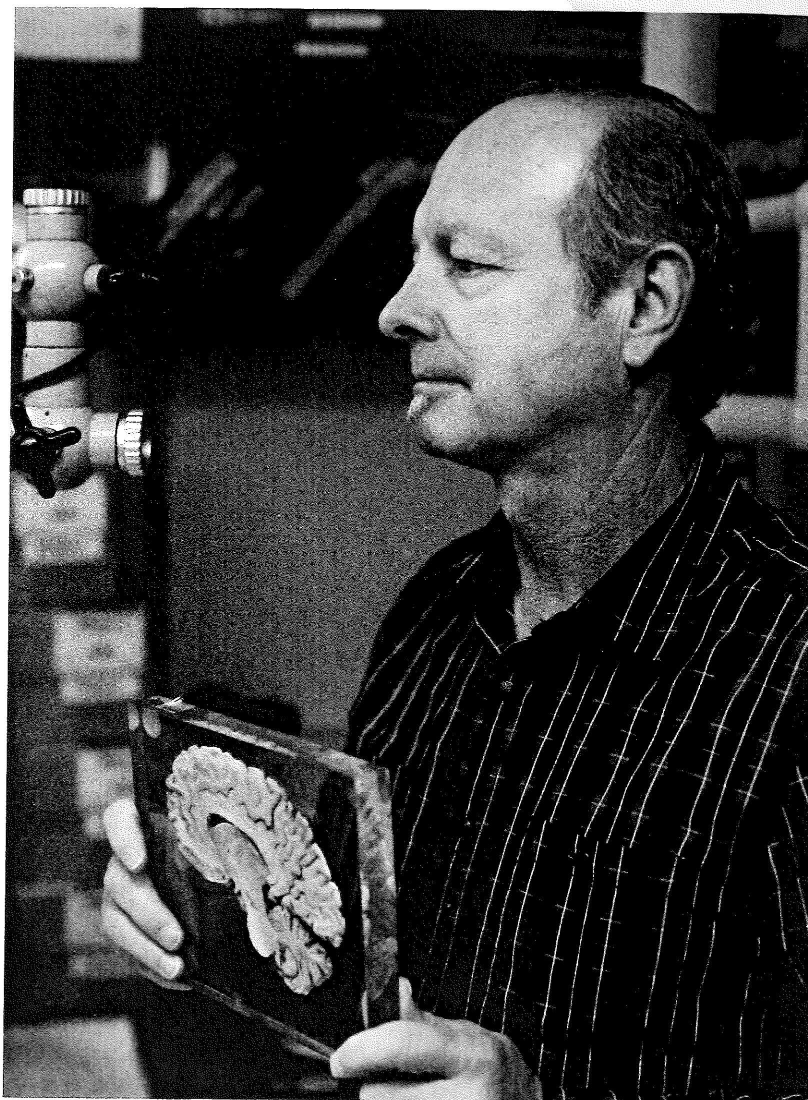
Mit ihrer Studie hätten LeDoux und sein Team das bis dahin umstrittene Phänomen der Rekonsolidierung salonfähig gemacht und einen »Gezeitenwechsel« in der Gedächtnisforschung bewirkt, sagt Carsten Wotjak. »Er hat dafür gesorgt, dass sich unser Blick auf die Möglichkeiten, ein Furchtgedächtnis wieder loszuwerden, massiv gewandelt hat.«

Die E-Mails verzweifelter Menschen ließen nicht lange auf sich warten. Vielleicht hat LeDoux auch selbst dazu beigetragen. Denn der 62-Jährige erzählt der Öffentlichkeit von seinen Erkenntnissen auf ungewöhnliche Art – er singt. Als Sänger und Gitarrist der Forscher-Band The Amygdaloids schreibt er Songs über Hirnforschung und Emotionen. Und weil sich dabei wissenschaftliches Know-how mit künstlerischer Fantasie paart, konnte schon auf dem ersten Album jeder hören, wie Therapien in Zukunft funktionieren könnten. In Track 2, *Memory Pill,* heißt es: *»Each time I remember, I'll take a pill, block that storage, make my memory nil …«*

Das ist das Erstaunliche an Joseph LeDoux. Auf den ersten Blick wirkt er ruhig, geradezu scheu. Fachkollegen wundern sich über seine Introvertiertheit, wenn sie ihn zum ersten Mal treffen. Und doch ist er ein Meister der Kommunikation. Einer, der sich für keinen Spaß zu schade ist, um Laien

KLICKEN

Die Musikvideos der Hirnforscher-Band:
www.amygdaloids.com



Forschungsergebnisse nahezubringen. In seinen Büchern verweist er auf Batman-Comics, zitiert Bart Simpson und Dostojewski. In den Musikvideos der Band, die mitunter in seinem Labor entstehen, erklärt er schon mal anhand einer aufgespießten, glitzernden Mandel die Funktion der Amygdala. »Man könnte ihn für schüchtern halten, tatsächlich ist er aber sehr leidenschaftlich«, sagt Bandmitglied und Kollegin Daniela Schiller. Manchmal erhasche man einen Blick auf den Kerl unter der Oberfläche: einen, der sich traue, von Dingen zu träumen, die unrealistisch seien.

Die Therapie des Vergessens ist es aber womöglich nicht. Tatsächlich erforschen inzwischen mehrere Forscherteams ähnliche Ansätze zur Behandlung von Traumata. Aber darf man Erinnerungen überhaupt verändern oder löschen? Sind nicht sie es, die einen Menschen zu einer individuellen Person machen? LeDoux stellt klar: Die bewussten Erinnerungen im deklarativen Gedächtnis verschwinden nicht. Erste Tests an Menschen legen nahe, dass es nur die mit einer Situation verbundenen Emotionen, also die unbewussten Erinnerungen sind, die verblassen, nicht aber die Gedanken an das Geschehen.

Studien an Menschen sind allerdings schwierig. Man kann ihnen nicht einfach einen Proteinhemmer ins Gehirn spritzen wie den Ratten. Versuche mit Testpersonen stützten sich daher auf einen Blutdrucksenker. Mit seiner Hilfe, so die Idee, lässt sich möglicherweise ein fataler Mechanismus umkehren – dass emotionaler Aufruhr eine traumatische Erinnerung im Nachhinein noch verstärkt. Denn bei einer posttraumatischen Belastungsstörung kann ein Teufelskreis entstehen: Mit jeder Furchtreaktion wird der Erinnerung ein noch stärkerer Angst-Stempel aufgedrückt.

Dass es möglich ist, mit einem Betablocker die Rekonsolidierung einer Erinnerung zu stören und ihr so den Schrecken zu nehmen, legt unter anderem eine Studie niederländischer Forscher nahe. Sie hatten gesunde Testpersonen mithilfe leichter Elektroschocks darauf konditioniert, vor Spinnenfotos Angst zu haben. Später zeigten sie den Probanden die Bilder erneut, um sie an das unangenehme Ereignis zu erinnern, wobei der Elektroschock diesmal ausblieb. Es stellte sich heraus, dass die Probanden ihre Furcht besser überwanden, wenn sie vor dem erneuten Betrachten der Bilder das Mittel Propranolol einnahmen. »Die Experimente sind sehr vielversprechend«, sagt Studienleiterin Merel Kindt von der Universität Amsterdam. Sie sieht gute Chancen für eine neuartige Traumabehandlung. Möglicherweise könnte ein Mittel wie Propranolol in Therapiesitzungen eingesetzt werden, um herkömmliche Methoden der Verhaltenstherapie zu unterstützen. »Aber wir müssen noch herausfinden, wie wir es am besten integrieren.« Dafür bedarf es umfassender Studien an Patienten mit Angststörungen. Erste Pilotversuche brachten unterschiedliche Ergebnisse. »Wir stehen noch am Anfang dieser Forschung«, betont Kindt.

Ob der Mechanismus bei Traumapatienten tatsächlich wirkt und wann es derartige Therapien geben wird, ist ungewiss. Um weiteren Mails verzweifelter Menschen vorzubeugen, bittet Joseph LeDoux: »Schreiben Sie in Großbuchstaben: Er kennt die Antwort nicht!« In ihrem zweiten Album *Theory of my Mind* haben die Amygdaloids denn auch davon abgesehen, den Leuten wieder einen Floh ins Ohr zu setzen. Stattdessen geht es um Altbekanntes wie die Frage nach dem freien Willen oder die Qualen des Liebeskummers. Auf dem Album singt sogar die Grammy-Gewinnerin und Johnny-Cash-Tochter Rosanne Cash mit. LeDoux hat denselben Buchverleger wie sie und schrieb ihr einfach eine E-Mail, um zu fragen, ob sie ein paar Songs mit ihm aufnehmen würde. Er mag schüchtern wirken, vor verwegenen Fragen scheut er nicht zurück. ——

Biografie

Auf Drängen des Vaters machte Joseph LeDoux einen Abschluss in Betriebswirtschaft. Ein Psychologiekurs begeisterte ihn aber so sehr, dass er das Fach wechselte. Seine Laufbahn als Hirnforscher begann er mit Studien zu Epilepsie-Patienten, deren Gehirne in der Mitte durchtrennt worden waren. Seither beschäftigt ihn, wie sich emotionale Informationen im Gehirn verbreiten. Er ist Professor für Psychologie und Neurowissenschaft an der New York University und leitet das Center for the Neuroscience of Fear and Anxiety.